

THESIS
WÜRZBURG 1965
Aus dem Anatomischen Institut der Universität Würzburg

Vorstand: Prof. Dr.med. Kurt Neubert

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BEEINFLUSSUNG
DER KERNGRÖSSE IM GANGLION SPIRALE COCHLEAE
DURCH REINTONBESCHALLUNG

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.
Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von
Elsa Halbfas
aus Berlin

Würzburg 1966

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Würzburg

Vorstand: Prof. Dr.med. Kurt Neubert

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BEEINFLUSSUNG
DER KERNGRÖSSE IM GANGLION SPIRALE COCHLEAE
DURCH REINTONBESCHALLUNG

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Elsa Halbfas

aus Berlin

Würzburg 1966

Referent: Professor Dr. med. Ewald Wüstenfeld

Korreferent: Professor Dr. med. Kurt Neubert

Tag der Promotion: 4. 5. 66

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	1
Einbau und Funktion des Ganglion spirale	3
Material und Methode	5
Befunde	7
Diskussion der Befunde	11
Zusammenfassung	13
Literaturverzeichnis	14
Abbildungen	I

EINLEITUNG

Durch die Erkenntnisse BENNINGHOFFs (1950), daß Zellkerne auf funktionelle Reize mit Vergrößerung ihrer Volumina antworten, sowie durch das von NEUBERT (1950) zur mikropräparatorischen Darstellung des Cortischen Organs angegebene Verfahren, hat die Erforschung des Gehörorgans in den letzten Jahren wertvolle Impulse erfahren.

So gelang es NEUBERT (1954/55), NEUBERT und WÜSTENFELD (1955), MERKLE (1954), WÜSTENFELD (1957) und BECK (1955) den experimentellen Nachweis zu erbringen, daß an den äußeren wie inneren Sinneszellen des Cortischen Organs durch bestimmte Schalleinwirkungen massive Kernvergrößerungen auszulösen sind. In Vorversuchen zur Beurteilung dieser Kernvolumenzunahmen konnten MERKLE (1954) sowie WÜSTENFELD und SPRENGER (1958) ermitteln, daß die Kerne der inneren Haarzellen zur Schneckenspitze hin allmählich kleiner werden, die der äußeren hingegen signifikant an Größe zunehmen. RUNGE (1961) erbrachte den Nachweis, daß auch die Kernvolumina der äußeren Phalangenzellen (DEITERSsche Zellen) sich in Richtung Apex zunächst gleitend vergrößern, um nach einem ausgeprägten Maximum in der 2. oder 3. Windung wieder geringfügig abzunehmen.

Unseres Wissens wurden exakte Kerngrößenbestimmungen am Ganglion spirale cochleae ausschließlich unter "normalen" Bedingungen, d. h. nicht nach bestimmten Toneinwirkungen, vorgenommen. So beschreibt G. JACOB (1954) zwar bei der menschlichen Cochlea ein sehr geringes Ansteigen der Kerngröße in baso-apicaler Richtung, zur Ganglienkerngröße des Meerschweinchens äußert sie sich lediglich spekulativ: "Die nachgewiesene Größenabnahme der äußeren Haarzellen nach der Schneckenspitze zu (MERKLE 1954) könnte von einer entsprechenden Verkleinerung der Ganglienzellen begleitet sein. Rein überlegungsmäßig

ließe sich allerdings auch ein Zunehmen der Ganglienzellgröße spitzwärts denken, findet sich doch in den höheren Abschnitten eine mit dem größeren Resonanzbogen einhergehende Vermehrung der Zahl der Haarzellen (BENNINGHOFF 1950). Da nun die Ganglienzelldichte nach oben und unten hin abnehmen soll (BENNINGHOFF 1950), so hätten die einzelnen Ganglienzellen in der Spitzenwindung ein größeres Gebiet zu versorgen und könnten infolgedessen größer sein." Diesen Vermutungen stehen die widersprechenden Erhebungen D. WOLFFs gegenüber, die zunächst in den Basalwindungen mehrerer Schneckenpaare größere Ganglienzellkerne als in den übrigen Windungen vorfand, in weiteren Schneckenpaaren aber entgegengesetzte Stufungen antraf. Diesen Widerspruch führt sie auf unterschiedliche Schnittrichtungen bei der histologischen Aufarbeitung zurück.

Unsere experimentellen Untersuchungen sollten nun eruieren, inwieweit die Kerngröße im Ganglion spirale cochleae durch Reintonbeschallung beeinflusst wird. An Schnittpräparaten wurden deshalb die Kerngrößen unter dem Blickpunkt der "funktionellen Kernschwellung" (BENNINGHOFF 1950) variationsstatistisch ausgewertet. Zum Verständnis unserer Untersuchungen sei den Befunden eine Übersicht über Einbau und Funktion des Ganglion spirale cochleae vorangestellt.

EINBAU UND FUNKTION DES GANGLION SPIRALE COCHLEAE

Die Achse der knöchernen Cochlea wird von der Schneckenspindel, dem Modiolus, gebildet. Seiner Form nach stellt er einen unregelmäßigen Kegel mit leicht kuppelförmiger oberer Begrenzung und einer dem Grund des inneren Gehörorgans entsprechenden Basis dar. Sein Knochenmantel wird von der verdichteten äußeren Zone eines knöchernen Schwammwerks aufgebaut, dessen Hohlräume vor allem Gefäße und Nerven beinhalten. Dieses dreidimensionale Gefüge wird von mehr oder minder zarten Knochenbälkchen aufgebaut, deren Richtungen drei konstruktive Systeme, nämlich an der Modiolusbasis, in Nähe seiner Achse und im Übergangsgebiet zur lamina spiralis ossea unterscheiden lassen (PORTMANN 1922). Im letzten ist das Ganglion spirale eingelassen. Die vom Modiolus peripherwärts abgehenden Doppelblätter der lamina spiralis ossea werden in ihrer ganzen Ausdehnung von der fissura spiralis getrennt, wobei das vestibuläre Blatt merklich dicker als das tympanale ist. Medial dieser Fissur liegen die Ganglienzellen in einem ausgeprägten Hohlraum, dem Canalis spiralis. Dieser als ROSENTHAL-scher Kanal bezeichnete Schlauch umläuft entsprechend der Schneckenwindung spiralig den Modiolus. Das in ihm liegende Ganglion stellt somit einen dicken gewundenen Wulst dar, der in den obersten Schneckenabschnitten fast rund, nach unten zu mehr oval und in Höhe der Basalwindung noch stärker abgeflacht erscheint.

Die das Ganglion spirale cochleae aufbauenden Zellen sind wesentlich kleiner als die des Ganglion vestibulare. G. JACOBJ (1954) ordnet die Kerne des Spiralganglions beim Menschen der Kernklasse K_4 und beim Meerschweinchen der Klasse K_2 zu. Die Zellen liegen zumeist in kleineren oder größeren Gruppen zusammengefaßt, wie man auf Schnittbildern erkennen kann. D. WOLFF (1936) beschreibt Reihenstellungen der Ganglienzellen, die mit der Anordnung der äußeren Sinneszellen in ur-

sächlichem Zusammenhang gebracht werden. Die Ganglienzellen sind ausschließlich bipolar, von spindelförmiger oder ovaler Gestalt und mit einem großen, vorwiegend hellen und bläschenförmigen Kern ausgestattet. Sie zeichnen sich durch eine Bindegewebskapsel und Umhüllung von gliösen Mantelzellen aus, so daß sie den Zellen der Spinalganglien ähneln. Kleinschollige Nisslsubstanz nimmt die Peripherie des Cytoplasmas ein. Die Nucleoli sind beim Menschen und beim Meerschweinchen recht unterschiedlich. Während sie beim Homo fast rund erscheinen, häufig randständig liegen und dabei die Kernmembran vorbuchten, lassen sich in den Ganglienzellkernen des Meerschweinchens keine eigentlichen Nucleoli erkennen; statt dessen werden drei oder mehr eckige Gebilde am Rand oder über den ganzen Kern verstreut beschrieben (WERNER 1940, G. JACOB 1954). Charakteristisch für diese bipolaren Ganglienzellen der Säuger ist die Eigenheit, daß die Zellpole, d. h. die beiden Abgangsstellen der Zellfortsätze, nicht auf einer durch die Kernmitte verlaufenden Zellachse gelegen sind.

Die von den Bipolaren peripherwärts ziehenden Fasern wurden noch von v. EBNER (1903) als Dendriten, von HELD (1926) hingegen als Neuriten beschrieben. Diese distalen Fortsätze legen sich zu kleinen schmalen Bündeln zusammen, welche vom ROSENTHALschen Kanal aus in die fächerförmig angelegten Kanäle des knöchernen Spiralblatts eintreten, um sich radialwärts in der lamina spiralis membranacea gleichmäßig zu verteilen. Auf diesem Wege verlaufen sie nicht ausschließlich zentrifugal, sondern streckenweise in vielfach gewundenen Richtungen, so daß sie miteinander einen sehr komplizierten Plexus bilden, wie man besonders auf senkrecht zur Windungsachse geführten Schnittserien feststellen kann. Nachdem die peripheren Fortsätze gruppenweise aus feinen Nervenlöchern der lamina spiralis ossis ausgetreten sind, verlieren sie ihre Markscheiden und streben in radiär gerichteten Bündeln dem Cortischen Organ zu. Sie erreichen über den inneren bzw. die äußeren Spiralfaserzüge die Sinneszellen. - Die zentralen Ausläufer der Spinalganglienzellen treten als

Cochlearisfasern in den zentralen Hohlraum des Modiolus ein, um im Oktavus cerebralwärts weiterzuziehen.

MATERIAL UND METHODE

1. Beschallungstechnischer Teil

Unsere Untersuchungen führten wir ausschließlich an Meerschweinchen durch, da ihre knöcherne Cochlea präparatorisch leicht angegangen werden kann und somit die Fixierung unmittelbar post mortem einsetzen kann. Alle Tiere entstammten eigener Zucht und wurden, eben ausgewachsen, im Alter von 6-8 Wochen für unsere Versuche verwendet.

Für unsere Beschallungen benutzten wir die gleichen Einrichtungen, wie sie von NEUBERT und WÜSTENFELD zu ihren Untersuchungen verwendet wurden. In einem dickwandigen Kellerraum, der mit schallabsorbierenden Materialien ausgekleidet wurde, diente als eigentliches Beschallungsgehäuse ein 2 x 1 x 1 m großer Kasten, dessen Wände aus Glaswolle und Neba-Uniton-Platten erstellt waren. Innerhalb dieses Kastens fand der eigentliche, aus grobmaschigem Hartgumminetz gefertigte Tierkäfig Aufstellung. 3 RC-Niederfrequenz-Generatoren lieferten uns die notwendigen Reintöne in einem Frequenzbereich von 20 - 20 000 Hz. Über einen 80 W Mischpultverstärker führten wir die erzeugte Tonspannung 6 Breitbanddoppellautsprechern zu, die an der Schmalseite des Kastens eingebaut sind und Frequenzen bis knapp 20 000 Hz ohne merklichen Energieabfall übertragen. Die in Kopfnähe des Tieres vorhandene Tonintensität wurde mit einem Schallpegelmesser ständig kontrolliert und die Tonreinheit durch einen Kathodenstrahloszillographen überprüft.

Insgesamt beschallten wir sieben Tiere 35 Minuten lang: drei mit 4 000 Hz und 109 db, eins mit 7 500 Hz und 102 db und ebenfalls drei mit 10 000 Hz und 98 db. Eine Beschallungsdauer von 35 Minuten wurde deshalb gewählt, weil aus einer Reihe von Versuchen bekannt ist (WÜSTENFELD 1957), daß nach diesem Zeitpunkt bei den äußeren Haarzellen ein Schwellungsmaximum auftritt. Weitere unbeschallte Meerschweinchen dienten als Kontrolltiere.

2. Präparatorisch-histotechnischer Teil

Unmittelbar nach Beschallungsende wurden die Tiere dekapitiert. Nach Exartikulation der Mandibula eröffneten wir die Bulla tympanica von unten her und überführten nach Abtrennung des Visceralschädels die restliche Schädelbasis für 24 Stunden in 10 %iges Formol. Nach mindestens einstündiger Wässerung wurde das Cortische Organ als Häutchenpräparat mittels der von NEUBERT (1950) angegebenen Präparationstechnik dargestellt, mit CALLOCYANIN-CHROMALAUN (ROMEIS 1947) gefärbt und nach Entwässerung in aufsteigender Alkoholreihe und Überführung in Xylol in Caedax eingebettet. Nach Abschluß des Präparationsganges lag nur noch die Schneckenwindung mit den angrenzenden Teilen der Lamina spiralis ossea vor. Dieser Restteil der Cochlea wurde nun für 48 Stunden zur Entkalkung in eine 5 %ige Lösung von HNO_3 überführt und wie üblich über die aufsteigende Alkoholreihe mit Paraffin eingebettet; anschließend fertigten wir Serienschritte von 7,5 μ an und färbten sie ebenfalls mit GALLOCYANIN-CHROMALAUN.

Die Durchmesser der fast drehunden Ganglienzellkerne wurden mit Hilfe eines Schraubenokularmikrometers exakt ermittelt, wobei wir bestrebt waren, aus jeder der 4 1/2 Schneckenwindungen 100 Kerne zu erfassen. Insgesamt wurden 3 425 Ganglienzellkerne für unsere Messungen herangezogen. Die zuerst in Meßeinheiten (ME) erfaßten Kern-

durchmesser wurden später tabellarisch in μ umgerechnet. Die Durchmesser der somit aus einer Windung erfaßten Kerne trugen wir variationsstatistisch auf und berechneten ihren Mittelwert. Die Größenunterschiede zwischen den Ganglienzellkernen verschiedener Windungen sahen wir als statistisch gesichert an, wenn die Differenz ihrer Mittelwerte größer als $\gamma \cdot t$ oder die dreifache ξ -Differenz war (KOLLER 1953).

BEFUNDE

Mit der aufgeführten Methode gelang es uns leider nicht, aus allen Präparaten die Kerne sämtlicher $4 \frac{1}{2}$ Schneckenwindungen zu erfassen, da in einigen Schnecken durch die hintereinandergeschalteten Präparationsverfahren Windungs- oder Spitzenteile verloren gingen.

Bei der Auswertung der den nachfolgenden Tabellen und Diagrammen zugrunde liegenden Befunde konnte immer wieder festgestellt werden, daß die applizierten Schallreize offenbar keine einheitliche Reaktion der Ganglienzellkerne in Form von Volumenänderungen auslösen. Zur besseren Übersicht sollen zunächst unsere Kontrollbefunde und dann die durch Beschallung erzielten Ergebnisse aufgeführt werden.

Den Übersichtstabellen (Abb. 3-7) ist zweifelsohne zu entnehmen, daß in den unbeschallten Cochleae eine kontinuierliche Vergrößerung der Kerndurchmesser entlang der Basalarmembran erfolgt: so beträgt der mittlere Kerndurchmesser in der ersten Windung $8,2 \mu$, in der zweiten Windung bereits $8,6 \mu$, um dann nach Werten von $9,0 \mu$ in der dritten Windung auf $9,1 \mu$ in den eineinhalb Spitzenwindungen anzusteigen. Prozentual gesehen beträgt die Zuwachsrate zur zweiten Windung $4,9 \%$, zur dritten Windung $4,3 \%$ und zu den Spitzenwindun-

Es gelangten zur Auswertung:

	Beschallt mit	Anzahl der Kerne	mittl. Kern- durchmes- ser in μ	Anzahl d. Schwell- kerne im Sensularium
<u>1. Versuch</u>	4000 Hz, 109 db, 35 Min.			
re. Schnecke				1
Basalwindung		100	8,30 μ	
2. Windung		50	9,03 μ	
li. Schnecke				1
Basalwindung		100	8,32 μ	
2. Windung		60	9,26 μ	
<u>2. Versuch</u>	10000 Hz, 98 db, 35 Min.			
re. Schnecke				19
2. Windung		100	8,94 μ	
3. Windung		50	9,82 μ	
4.+4 1/2. Windung		30	10,11 μ	
li. Schnecke				1
Basalwindung		100	8,44 μ	
2. Windung		100	9,18 μ	
3. Windung		50	9,86 μ	
<u>3. Versuch</u>	4000 Hz, 109 db, 35 Min.			
re. Schnecke				26
Basalwindung		50	8,02 μ	
2. Windung		100	8,56 μ	
3. Windung		80	9,43 μ	
4.+4 1/2. Windung		50	10,03 μ	
li. Schnecke				39
Basalwindung		100	8,21 μ	
2. Windung		100	8,75 μ	
3. Windung		100	9,18 μ	
4.+4 1/2. Windung		23	9,90 μ	
<u>4. Versuch</u>	4000 Hz, 109 db, 35 Min.			
li. Schnecke				2
Basalwindung		100	8,47 μ	
2. Windung		100	9,40 μ	
3. Windung		100	9,63 μ	
4.+4 1/2. Windung		100	9,71 μ	

	Beschallt mit	Anzahl der Kerne	mittl. Kern- durchmes- ser in μ	Anzahl d. Schwell- kerne im Sensularium
<u>5. Versuch</u>	10000 Hz, 98 db, 35 Min.			
re. Schnecke				22
Basalwindung		100	8,76 μ	
2. Windung		100	8,71 μ	
3. Windung		60	9,06 μ	
4. + 4 1/2. Windung		100	9,40 μ	
li. Schnecke				29
Basalwindung		100	9,86 μ	
2. Windung		100	8,82 μ	
3. Windung		100	9,22 μ	
4. + 4 1/2. Windung		100	10,47 μ	
<u>6. Versuch</u>	7500 Hz, 102 db, 35 Min.			
li. Schnecke				3
Basalwindung		100	8,58 μ	
2. Windung		50	9,10 μ	
3. Windung		32	9,66 μ	
<u>7. Versuch</u>	10000 Hz, 98 db, 35 Min.			
re. Schnecke				1
Basalwindung		60	8,75 μ	
2. / 3. Windung		70	9,53 μ	
li. Schnecke				27
Basalwindung		100	8,48 μ	
2. Windung		60	8,89 μ	
3. Windung		50	9,29 μ	
<u>Kontrolle:</u>				
Basalwindung		100	8,21 μ	
2. Windung		100	8,62 μ	
3. Windung		100	8,99 μ	
4. + 4 1/2. Windung		100	9,13 μ	

gen 1,5 %. Die größte Volumendifferenz besteht demnach zwischen den Kernen der ersten und zweiten Windung. Alle Stufenwerte sind untereinander signifikant.

Nach einer 35 Minuten langen Beschallung mit 4 000 Hz und 109 db (Versuch 1, 3 und 4) konnten in allen Schnecken ähnliche Größenunterschiede wie in unseren Kontrollversuchen festgestellt werden. Betrug beim oben erläuterten Kontrollversuch der Kerndurchmesser in der Basalwindung $8,2 \mu$, so zeigen sie in diesem Gebiet trotz intensiver Schallreize (Einzelheiten s. Tabelle) auch nur Werte zwischen $8,0 \mu$ und $8,8 \mu$. In den helicotramwärts gelegenen Windungen bleiben die für die Kontrollwerte typischen Größenstufungen, wie unsere Diagramme veranschaulichen, bestehen. In einer zweiten Versuchsserie, in der drei Meerschweinchen einem Reizton von 10 000 Hz und 98 db Tonstärke 35 Minuten lang ausgesetzt waren, konnten in zwei Fällen die beschriebenen Ergebnisse bestätigt werden (Versuch Nr. 2 und 7). Lediglich im fünften Versuch wurde in beiden Schnecken, wie dem Diagramm Abb. 6 zu entnehmen ist, ein Abfall des mittleren Kerndurchmessers jeweils in der zweiten Windung beobachtet. Auf diese Tatsache soll in der Diskussion näher eingegangen werden.

Eine 35 Minuten lange Beschallung mit einer Frequenz von 7 500 Hz und einer Tonintensität von 102 db bewirkte wiederum eine dem Kontrollversuch adäquate Verlaufsweise (Versuch Nr. 6).

DISKUSSION DER BEFUNDE

Vergleichswerte zu unseren Befunden konnten lediglich in den Arbeiten von G. JACOBJ (1954) und D. WOLFF (1936) ermittelt werden. Als Ergebnis ihrer variationsstatistischen Untersuchungen beschreibt G. JACOBJ Kerngrößendifferenzen von höchstens 1μ zwischen der Basal- und Spitzenwindung des menschlichen Spiralganglions, in Meerschweinchenpräparaten konnte sie hingegen nicht einmal solche minimalen Stufungen feststellen. Sie versuchte vor allem die mittleren Kerndurchmesser in die von W. JACOBJ (1935) erstmals beschriebenen Kernklassengrößen einzuordnen. Hierbei wies sie die Kerne der Spiralganglienzellen des Menschen der Klasse K_4 , die des Meerschweinchens der Klasse K_2 zu. In ihrer bereits 1936 erschienenen Arbeit berichtet D. WOLFF zwar vom Vorliegen windungsabhängiger Kerngrößendifferenzen; Meßergebnisse oder Verteilungskurven legte sie jedoch nicht vor.

Die von uns an den Ganglienzellkernen eruierten Größenstufungen zeigen ein ebensolches windungsgebundenes Verhalten wie die Kerne der äußeren Haarzellen (MERKLE 1954, WÜSTENFELD und SPRENGER 1958) bzw. der äußeren Phalangenzellen (RUNGE 1961, WÜSTENFELD 1962). In der Tabelle Abb. 8 haben wir die Kerngrößendurchmesser dieser Zellarten gegenübergestellt. Trotz intensivster Beobachtungen gelang es uns nicht, eine umfassende Antwort auf die eingangs gestellte Frage einer Abhängigkeit der Ganglienzellkerngröße von der Reintonbeschallung zu erhalten. Zumindest scheint die beschriebene baso-apicale Größenstufung nicht (wie den Tabellen und Diagrammen zu entnehmen ist) die Anzahl der durch Beschallung ausgelösten Schwellkerne im Sensularium zu beeinflussen.

Eine besondere Aufmerksamkeit müssen wir den Kerngrößen in unserem fünften und dritten Versuch widmen: Wie experimentelle Beschal-

lungsversuche zeigten (NEUBERT und WÜSTENFELD 1955), liegt das tonspezifische Ansprechgebiet eines Reiztones von 10 000 Hz in der Basalwindung. In beiden Schnecken unseres fünften Versuches (s. Diagramm Abb. 6), in denen jederseits fast die gleiche Schwellkernzahl zur Ausbildung gelangte, ist eine Abnahme des mittleren Kerndurchmessers zur zweiten Windung hin anzutreffen. Diese Betrachtung läßt keine befriedigende Deutung zu. So könnte als Beschallungsfolge einmal die Zunahme des mittleren Kerndurchmessers in der Basalwindung, zum anderen die apicalwärts hiervon sich anschließende Durchmesserminde- rung angesehen werden. In unserem dritten Versuch beschallten wir mit 4 000 Hz, wobei das tonabhängige Perzeptionsband in den oberen zwei Schneckenwindungen anzutreffen ist. Bei der Auswertung ließen sich an den Ganglienzellkernen der eineinhalb Spitzenwindungen sehr viel größere Kerne feststellen als in unseren Kontrollversuchen und in solchen beschallten Schnecken, bei denen das Ansprechgebiet sehr viel mehr basalwärts zur Ausbildung kommt. Aus dem Vergleich dieser beiden Versuche ist eine Größenzunahme der Ganglienzellkerne als Beschallungsfolge anzunehmen. Bei einer solchen Auslegung zeigen die Ganglienzellen ein gleichartiges Verhalten wie die inneren und äußeren Haarzellen, wenn auch ihre Reaktion nicht in Form massivster Kernschwellungen, sondern nur in einer variationsstatistisch gesicherten Kerngrößenzunahme festzustellen ist.

ZUSAMMENFASSUNG

Variationsstatistische Untersuchungen an den Zellkernen des Ganglion spirale cochleae (Meerschweinchen) zeigten folgende Ergebnisse:

- 1) In nicht beschallten Schnecken nimmt der mittlere Kerndurchmesser in baso-apicaler Richtung stetig zu, wobei seine Zuwachsrate in den basalen Schneckenabschnitten größer als in den höheren Bereichen ist.
- 2) Im allgemeinen bleiben die Größenstufungen auch nach dosierter Reintonbeschallung bestehen. Lediglich in einem Fall (5. Versuch, 10 000 Hz, 98 db, 35 Min.) fiel jeweils in der zweiten Windung eine deutliche Kerngrößenminderung auf.
- 3) Ausgesprochene Schwellkerne, wie sie an den äußeren und inneren Haarzellen als Beschallungsfolge auftreten, gelangten nicht zur Ausbildung.
- 4) Aus einer Gegenüberstellung der mittleren Kerndurchmesser der mit 10 000 Hz bzw. 4 000 Hz beschallten Versuchstiere kann auf eine geringe Größenzunahme der Ganglienzellkerne in den tonspezifischen Ansprechgebieten geschlossen werden.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. med.
E. Wüstenfeld für die Überlassung des Themas und
die freundliche Unterstützung bei der Durchführung und
Abfassung der Arbeit, sowie Herrn Professor Dr. med.
K. Neubert für die Bereitstellung eines Arbeitsplat-
zes und die Übernahme des Korreferates herzlich dan-
ken.

L I T E R A T U R

- BARGMANN, W. Histologie und mikroskopische Anatomie
des Menschen.
5. Aufl. Georg-Thieme, Stuttgart, 1964
- BECK, Chl. Kernveränderungen der Haarzellen nach
Beschallung.
Arch. Ohr- usw. Heilk. u. Z. Hals- usw.
Heilk. 167, (Verh. ber.) 262-269 (1955)
- BENNINGHOFF, A. Funktionelle Kernschwellung und Kern-
schrumpfung.
Anat. Nachr. 1, 50-52 (1950)
- v. EBNER, V. Schnecke und Schneckengang.
Köllikers Hb. d. Gewebelehre des Men-
schen. Bd. III, 2. Leipzig, 1903
- HELD, H. Die Cochlea der Säuger und der Vögel,
ihre Entwicklung und ihr Bau.
Hb. der norm. u. path. Physiol. XI/I,
467-534, Springer, Berlin, (1926)
- JACOBI, W. Die Zellkerngröße beim Menschen.
Arch. mikr. anat. Forsch. 38, 161-240
(1935)
- JACOBI, G. Untersuchungen über die Kerngröße der
bipolaren Nervenzellen in den Labyrinth-
ganglien des Menschen und in seinem
Ganglion geniculi.
Inaug. Diss. Tübingen, (1954)
- KOLLER, S. Graphische Tafeln zur Beurteilung sta-
tistischer Zahlen.
3. Aufl. Steinkopff, Darmstadt, (1953)
- KOLMER, W. Das Gehörorgan.
Hd. d. mikr. Anat. Bd. III, 250-478 (1927)
- MERKLE, U. Eine Methode zur morphologischen Er-
fassung der Ansprechgebiete in der Cochlea
des Meerschweinchens.
Z. Anat. Entw. gesch. 117, 504-519 (1954)

- NEUBERT, K. Die Basilarmembran des Menschen und ihr Verankerungssystem (Ein morphologischer Beitrag zur Theorie des Hörens). Z. Anat. Entw. gesch. 114, 539-588 (1950)
- NEUBERT, K. Experimentelle Erfassung der Ansprechgebiete im Innenohr. Ber. Phys. -Med. Ges. Würzburg 67, 92-100 (1954/55)
- NEUBERT, K. und E. WÜSTENFELD Nachweis der zellulären Ansprechgebiete im Innenohr. Naturwiss. Berlin 42, 350-351 (1955)
- PORTMANN, G. Architecture de la columelle du limaçon humain. Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. 86, 539-540 (1922). zit. nach Kolmer
- ROMEIS, B. Mikroskopische Technik. 15. Aufl. Leibniz, München (1948)
- RUNGE, B. Variationsstatistische Untersuchungen über die Kerngröße äußerer Phalangenzellen im Cortischen Organ des Meerschweinchens. Inaug. Diss. Würzburg (1961)
- WERNER, C. Das Labyrinth. Thieme, Leipzig, (1940)
- WOLFF, D. The ganglion spirale cochleae. Amer. J. Anat. 60, 55-77 (1936)
- WÜSTENFELD, E. Experimentelle Untersuchungen zum Problem der Schallanalyse im Innenohr. Z. mikr. anat. Forsch. 63, 327-387 (1957)
- WÜSTENFELD, E. und F. H. SPRENGER Variationsstatistische Untersuchungen an den Sinneszellkernen des Cortischen Organs vom Meerschweinchen. Zschr. Zellforsch. 48, 720-734 (1958)
- WÜSTENFELD, E. Funktionsmorphologische Untersuchungen an Sinnes- und Stützzellen des Cortischen Organs (Meerschweinchen). Anat. Anz. (Erg. H.) 112, 36-53 (1963)

ABBILDUNGEN



Abb. 1

Übersichtsbild einer Meerschweinchenschnecke zur Darstellung des Faserverlaufes im nervus acusticus und Lage des Ganglion spirale cochleae.

H. E. Färbung.

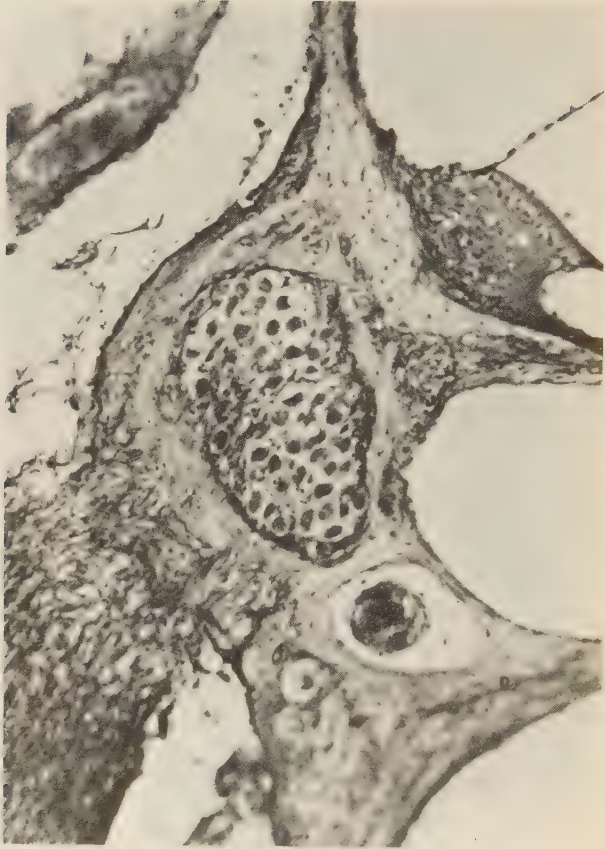


Abb. 2

Darstellung des Gangl. spirale cochleae im Rosenthal-
schen Kanal und seine Fasersysteme. Meerschweinchen-
cochlea. H. E. Färbung.

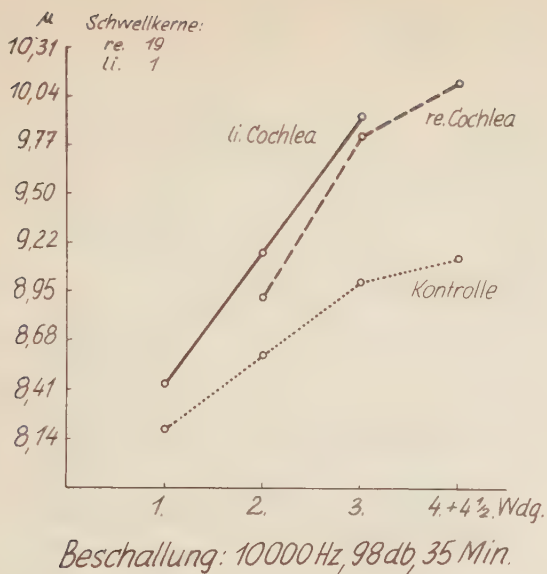


Abb. 3 Größenstufungen der Zellkerne im Ganglion spirale cochleae.
2. Versuch.

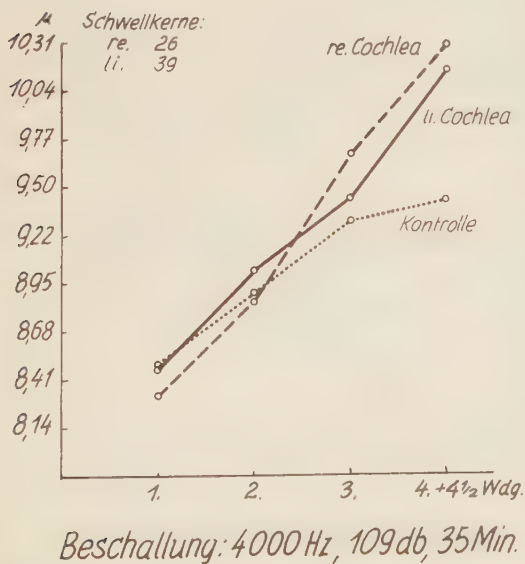


Abb. 4 Größenstufungen der Zellkerne im Ganglion spirale cochleae.
3. Versuch.

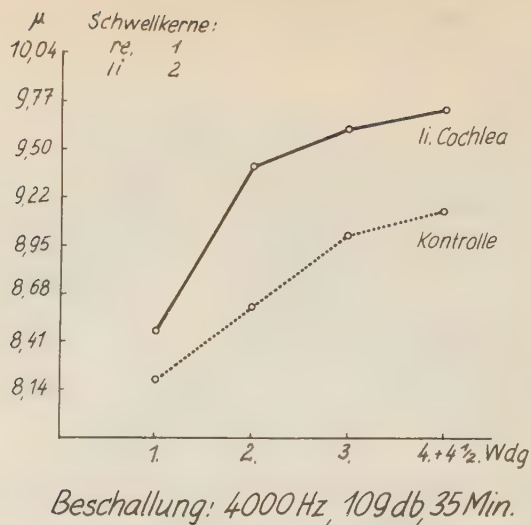


Abb. 5 Größenstufungen der Zellkerne im Ganglion spirale cochleae.
4. Versuch.

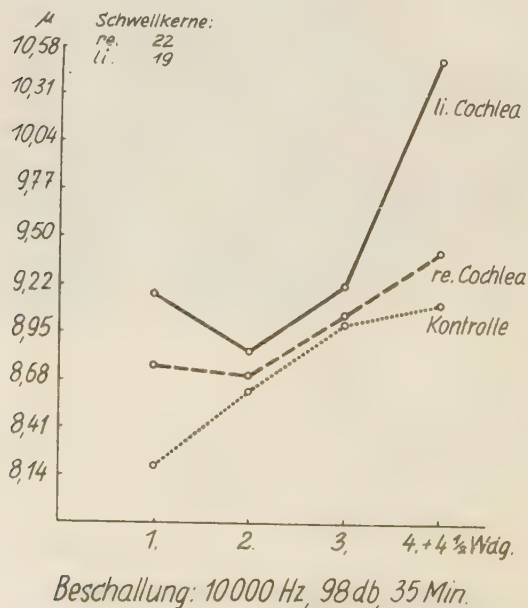


Abb. 6 Größenstufungen der Zellkerne im Ganglion spirale cochleae.
5. Versuch.

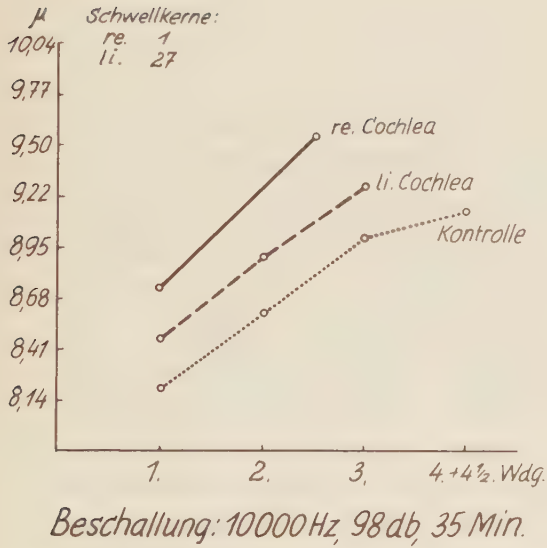


Abb. 7 Größenstufungen der Zellkerne im Ganglion spirale cochleae.
7. Versuch.

	Deiters'sche Stützzellen		äußere Haarzellen		Ganglienzellen	
	Kern Ø in μ	Änderung um %	Kern Ø in μ	Änderung um %	Kern Ø in μ	Änderung um %
Basalwindung	5,51		4,68		8,25	
2. Windung	5,82	+ 5,62	5,25	+ 12,18	8,60	+ 4,2
3. Windung	6,06	+ 4,12	5,72	+ 8,95	8,95	+ 4,0
4.+4½. Windung	5,69	- 6,11	5,98	+ 4,54	9,17	+ 2,4

Abb. 8

Gegenüberstellung der Kerndurchmesser Deiters' scher Stützzellen,
äußerer Haarzellen und Zellen des Ganglion spirale cochleae.

LEBENS LAUF

Am 24. September 1939 wurde ich, Elsa Halbfas, als Tochter des Facharztes Dr. med. Josef Halbfas und seiner Ehefrau Martha, geb. Handwerker, in Berlin-Tiergarten geboren und bin deutsche Staatsangehörige, röm.-kath. Konfession.

Während des Krieges lebte ich mit meinen Eltern in Tilsit/Ostpr., von wo meine Mutter 1944 mit mir nach Würzburg fliehen mußte. Nach der Rückkehr meines Vaters aus Kriegsgefangenschaft siedelten wir uns im Winter 1945 in Bad Neustadt/Saale an.

Dort besuchte ich vom September 1946 bis zum Juli 1950 die Volksschule und trat dann an das dortige Städtische Realgymnasium über, wo ich im Juli 1959 das Reifezeugnis erhielt.

Im Wintersemester 1959/60 begann ich mein Medizinstudium an der Universität Würzburg. Nach meiner naturwissenschaftlichen Vorprüfung wechselte ich für die Dauer eines Semesters an die Freie Universität Berlin über und legte dann nach weiteren drei Semestern an der Universität Würzburg im Sommersemester 1962 hier meine ärztliche Vorprüfung ab. Den klinischen Teil meines Studiums verbrachte ich ebenfalls in Würzburg und bestand in der Zeit vom August bis zum Dezember 1965 meine ärztliche Prüfung.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Elsa Halbfas

BÖHLER-DRUCK

87 WÜRZBURG, Wirsbergstr. 10

Tel. 54143